

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Ketersediaan energi listrik yang andal dan berkesinambungan merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan modern, termasuk pada skala rumah tangga. Banyak perangkat rumah tangga yang bergantung pada pasokan listrik secara kontinu untuk menjaga fungsi dan kinerjanya. Ketika pasokan listrik utama dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) mengalami gangguan, baik berupa pemadaman terjadwal maupun gangguan mendadak, perangkat-perangkat tersebut berpotensi berhenti beroperasi dan menimbulkan dampak yang merugikan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem catu daya cadangan yang mampu menjamin kontinuitas suplai listrik secara otomatis dan andal.

Salah satu penerapan domestik yang sangat bergantung pada kontinuitas suplai daya adalah sistem akuarium atau kolam ikan rumah tangga. Pada sistem skala kecil, perangkat mekanis seperti pompa sirkulasi berperan vital dalam memfasilitasi transfer oksigen serta mencegah stratifikasi kualitas air Pramudia et al., (2025). Masalah utama pada sistem ini adalah adanya pemadaman listrik secara tidak teratur yang sering kali memicu kematian massal biota akibat terhentinya pasokan oksigen Ammar et al., (2023). Tanpa adanya alat mekanis aktif yang menyala, kadar oksigen terlarut (Dissolved Oxygen/DO) akan mengalami penurunan alami—tercatat dapat berkurang hingga 0,72 mg/L akibat aktivitas mikroorganisme dan dekomposisi bahan organik Pramudia et al., (2025). Jika penurunan ini dibiarkan hingga di bawah 5–6 mg/L, air akan masuk ke kondisi hipoksia yang mengganggu fisiologi ikan Ali & Mishra, (2022). Oleh karena itu, perangkat sirkulasi air dikategorikan sebagai beban kritis (critical load) yang wajib terhubung dengan sistem penjamin kontinuitas daya cadangan Ammar et al., (2023)

Di sisi lain, pada sistem otomasi rumah tangga berbasis IoT, kontinuitas suplai daya pada perangkat gateway seperti router Wi-Fi menjadi sangat vital untuk menjamin pertukaran data darurat secara berkesinambungan. Sistem monitoring dan proteksi berbasis IoT, komponen *router* atau *modem* Wi-Fi bertindak sebagai gerbang komunikasi (*gateway*) utama. Ketika terjadi pemadaman listrik PLN, tidak

hanya perangkat elektronik utama saja yang mati, tetapi jaringan Wi-Fi rumah juga ikut lumpuh jika tidak memiliki cadangan daya listrik. Akibatnya, sistem pemantauan pintar tidak dapat mengirimkan data parameter elektrik maupun memberikan notifikasi peringatan darurat ke smartphone pengguna secara *real-time*. Oleh karena itu, *router* Wi-Fi juga harus dikategorikan sebagai beban kritis penunjang konektivitas yang wajib dijaga kontinuitas dayanya agar sistem monitoring tetap berfungsi di segala kondisi.

Pada praktiknya, sebagian besar rumah tangga belum memiliki sistem cadangan daya yang terintegrasi secara otomatis untuk beban-beban kritis ini. Proses pengalihan ke sumber daya cadangan seperti generator set (genset) umumnya masih dilakukan secara manual, yang memakan waktu dan sangat bergantung pada keberadaan pengguna di lokasi. Selain itu, penggunaan genset kurang ideal untuk skala domestik karena faktor polusi suara, biaya, dan kerumitan perawatan, sehingga penggunaan baterai menjadi alternatif yang lebih realistis. Untuk mengatasi jeda waktu peralihan daya, diperlukan perangkat *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang mampu mengalihkan sumber daya dari utama (PLN) ke cadangan (baterai) secara otomatis.

Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan perangkat yang dirancang untuk mengalihkan sumber daya listrik dari sumber utama ke sumber cadangan secara otomatis ketika terjadi gangguan. Penggunaan ATS telah banyak diterapkan pada sistem kelistrikan skala industri maupun gedung, terutama untuk menjamin kontinuitas daya pada beban penting. Penelitian terdahulu telah banyak mengembangkan sistem ATS, seperti Ginting (2025) yang berfokus pada kecepatan *switching* antara PLN dan inverter, Musi et al. (2025) yang mengintegrasikan ATS dengan IoT berbasis ESP32, serta Laksono et al. (2025) yang merancang monitoring parameter kelistrikan secara *real-time*. Namun, mayoritas penelitian tersebut masih berfokus pada arus bolak-balik (AC) berskala besar. Pemanfaatan ATS pada sistem catu daya arus searah (DC) berskala mikro untuk kebutuhan domestik masih relatif terbatas, padahal saat ini semakin banyak beban kritis rumah tangga yang beroperasi pada tegangan rendah DC, seperti pompa air DC dan perangkat jaringan internet. Selain itu, ATS konvensional umumnya tidak

dilengkapi fitur monitoring kapasitas baterai, sehingga berisiko menyebabkan baterai mengalami pengosongan berlebih (*deep discharge*) yang dapat memperpendek umur pakai (*lifetime*) baterai.

Meskipun penelitian terkait ATS dan IoT telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada sistem kelistrikan arus bolak-balik (AC) atau aplikasi skala besar, seperti gedung, industri, dan pembangkit energi. Sementara itu, pemanfaatan ATS pada sistem catu daya arus searah (DC) untuk kebutuhan rumah tangga masih relatif terbatas.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dengan memanfaatkan IoT, sistem catu daya tidak hanya dapat bekerja secara otomatis, tetapi juga mampu memberikan informasi kondisi sistem secara real-time kepada pengguna melalui perangkat *smartphone*. Informasi seperti status sumber daya aktif, tegangan baterai, arus beban, dan kondisi beban menjadi sangat penting bagi pengguna untuk melakukan pengawasan dan pengambilan keputusan secara tepat, meskipun tidak berada di lokasi sistem.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan sebuah sistem Smart Automatic Transfer Switch (ATS) berbasis IoT untuk catu daya DC yang tidak hanya mampu melakukan perpindahan sumber daya secara otomatis antara PLN dan baterai, tetapi juga dilengkapi dengan fitur monitoring real-time. Sistem ini dirancang untuk diaplikasikan secara langsung pada pompa sirkulasi kolam ikan skala rumah tangga sebagai beban utama, serta *router* Wi-Fi, sehingga urgensi penggunaan sistem dapat dibuktikan melalui pengujian nyata, bukan sekadar simulasi.

Penelitian ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem, sensor tegangan AC untuk mendeteksi keberadaan sumber PLN, sensor tegangan dan arus DC untuk memantau kondisi baterai dan beban, serta modul relay sebagai saklar perpindahan sumber daya. Informasi sistem ditampilkan secara lokal melalui LCD dan secara jarak jauh melalui antarmuka IoT berbasis *smartphone*. Dengan rancangan tersebut, sistem diharapkan memiliki biaya yang relatif terjangkau, mudah dirakit, dan dapat diuji sepenuhnya di lingkungan rumah tangga.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem catu daya cadangan DC yang cerdas, informatif, dan aplikatif, khususnya untuk menjamin kontinuitas daya pada beban kritis rumah tangga seperti pompa sirkulasi kolam ikan. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem ATS DC berbasis IoT pada aplikasi rumah tangga lainnya.

1.2 Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Sistem suplai daya pada perangkat menyebabkan gangguan operasional beban DC rumah tangga, seperti pompa sirkulasi kolam ikan dan *router* Wi-Fi, karena hanya mengandalkan satu jalur pasokan tunggal tanpa adanya sistem pencadangan otomatis.
2. Pemadaman listrik PLN menyebabkan *router* Wi-Fi rumah tangga ikut mati karena sensitif terhadap kedipan tegangan. Ketiadaan sistem suplai daya cadangan berkarakteristik (*zero transfer time*) menyebabkan *router* melakukan *reboot* saat beralih sumber daya, sehingga memutus konektivitas internet yang dibutuhkan oleh sistem monitoring berbasis IoT untuk mengirimkan data darurat secara *real-time*.
3. Peralihan sumber daya dari PLN ke baterai pada sistem catu daya DC umumnya masih dilakukan secara manual, sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan dan ketidakstabilan suplai daya ke beban.
4. Pengguna belum memperoleh informasi secara *real-time* mengenai kondisi tegangan dan arus pada sistem catu daya DC, khususnya saat sumber cadangan digunakan.
5. Diperlukan suatu sistem Automatic Transfer Switch (ATS) catu daya DC yang mampu melakukan pemilihan sumber daya secara otomatis, menyediakan fitur monitoring *real-time* melalui *smartphone*.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih fokus dan terarah, maka ruang lingkup permasalahan dibatasi pada beberapa aspek berikut:

1. Sistem ini hanya dirancang untuk menjaga kontinuitas suplai daya pada beban DC kritis skala mikro domestik, serta tidak mencakup penyediaan daya untuk beban arus bolak-balik (AC) rumah tangga secara keseluruhan.
2. Beban yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada pompa sirkulasi kolam ikan skala rumah tangga dan satu buah perangkat *router* Wi-Fi rumah tangga, pompa air dikondisikan selalu aktif (*Always ON*) untuk menjaga sirkulasi air.
3. Pengukuran parameter listrik yang dilakukan meliputi tegangan DC baterai dan arus beban DC, tanpa membahas efisiensi pengisian baterai secara mendalam.
4. Sistem kontrol pada rancang bangun ini dibagi menjadi dua bagian terintegrasi: kontrol otomatis pada perangkat keras (*hardware*) untuk perpindahan catu daya, dan kontrol informatif/pengawasan (*supervisory control*) via *smartphone* menggunakan koneksi WiFi yang menyajikan status kendali sistem secara real-time.
5. Penelitian ini tidak membahas aspek desain mekanik pompa air maupun karakteristik hidrolis kolam ikan secara rinci maupun infrastruktur jaringan internet secara detail.
6. Pengujian sistem dilakukan dalam lingkungan rumah tangga, sesuai dengan kondisi penggunaan nyata.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem ATS catu daya DC berbasis IoT untuk menjaga pompa sirkulasi akuarium dan *router* Wi-Fi tetap beroperasi tanpa putus?
2. Bagaimana kecepatan waktu perpindahan sumber daya otomatis dari adaptor PLN ke baterai 12 V pada perangkat ATS DC yang dibuat?
3. Bagaimana sistem melakukan monitoring kondisi daya secara *real-time* melalui *smartphone*?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem Automatic Transfer Switch (ATS) catu daya DC berbasis IoT untuk aplikasi rumah tangga.
2. Menguji durasi waktu respons perpindahan (transfer time) daya serta kontinuitas operasional pada pompa sirkulasi akuarium dan *router* Wi-Fi saat PLN padam.
3. Menganalisis kemampuan sistem dalam melakukan monitoring parameter elektrik (tegangan dan arus) serta status daya cadangan secara *real-time* berbasis IoT.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis:

- Secara keilmuan, penelitian ini diharapkan bisa ikut memperkaya pengetahuan di bidang teknik elektro, terutama tentang bagaimana teknologi Internet of Things (IoT) bisa diterapkan pada sistem catu daya.
- Hasil dari penelitian ini juga bisa menjadi sumber rujukan atau landasan bagi peneliti lain yang tertarik untuk mengembangkan sistem catu daya cerdas di masa depan.

2. Manfaat Praktis:

- Bagi Penulis: Meningkatkan pemahaman dan keterampilan praktis dalam merancang, membangun, dan menguji sistem terintegrasi yang melibatkan perangkat keras, perangkat lunak, hingga konektivitas jaringan.
- Bagi Akademisi: Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu contoh materi pembelajaran dalam mata kuliah yang relevan seperti Mikrokontroler, IoT, atau Otomasi.
- Bagi Masyarakat: Menghasilkan sebuah prototipe sistem catu daya cadangan yang pintar, informatif, dan terjangkau untuk menjaga keberlangsungan fungsi perangkat elektronik esensial di lingkungan rumah tangga atau kantor skala kecil.